

Attorney Docket No. 15162/03140

GP/2873
4/Priority
8/6/01



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re
U.S. application: Kyu TAKADA
For:
PHOTONIC CRYSTAL DEVICE
U.S. Serial No.: 09/818,304
Filed: March 27, 2001
Group Art Unit: 2873
Examiner: To Be Assigned

Assistant Director
For Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Assistant Director For Patents, Washington, D.C. 20231 on:	
June 13, 2001	Date of Deposit
James W. Williams	Name of Applicant, Assignee, or Registered Representative
<i>James W. Williams</i>	Signature
June 13, 2001	Date of Signature

CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2000-090690 filed March 27, 2000. Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for this Japanese patent application is claimed for the above-identified United States patent application.

Respectfully submitted,

By: *James W. Williams*
James W. Williams
Registration No. 20,047
Attorney for Applicant

JWW/fis
SIDLEY AUSTIN BROWN & WOOD
717 North Harwood, Suite 3400
Dallas, Texas 75201-6507
(214) 981-3328 (Direct)
(214) 981-3300 (Main)
(214) 981-3400 (Facsimile)
June 13, 2001

RECEIVED
JUN 22 2001
TC 2800 MAIL ROOM



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-090690

出 願 人

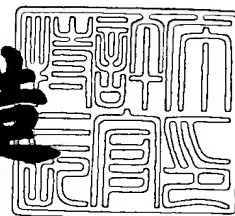
Applicant(s):

ミノルタ株式会社

2001年 1月26日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3001857

【書類名】 特許願

【整理番号】 P000327046

【提出日】 平成12年 3月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/12

【発明の名称】 光機能素子及びその製造方法

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 高田 球

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085501

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 静夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100111811

【弁理士】

【氏名又は名称】 山田 茂樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716119

【包括委任状番号】 0000030

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光機能素子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の媒質から成るクラッド層と、前記クラッド層上に形成されるとともに第 1 の媒質と第 2 の媒質とを周期的に配置した光導波層とを備えたことを特徴とする光機能素子。

【請求項 2】 第 2 の媒質の屈折率よりも第 1 の媒質の屈折率を小さくしたことを特徴とする請求項 1 に記載の光機能素子。

【請求項 3】 第 1 の媒質上に第 1 の媒質の厚みよりも浅い凹部を周期的な形状に形成する凹部形成工程と、前記凹部に第 2 の媒質を充填する充填工程とを備えたことを特徴とする光機能素子の製造方法。

【請求項 4】 第 2 の媒質の屈折率よりも第 1 の媒質の屈折率を小さくしたことを特徴とする請求項 3 に記載の光機能素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、屈折率の異なる複数の媒質を周期的に配置したフォトニック結晶を有し、光信号の分波や合波等を行うことのできる光機能素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

屈折率の異なる複数の媒質を周期的に配置したフォトニック結晶を有する光機能素子は図 6 に示すような構造になっている。光機能素子 1 はクラッド層 3 上に光導波層 2 が積層されている。クラッド層 3 は光導波層 2 よりも屈折率の小さい媒質により形成されている。また、光導波層 2 の図中、上部は空気層となり、光導波層 2 よりも屈折率が小さい。従って、光導波層 2 は屈折率の小さい媒質により挟まれるため、光導波層 2 に入射した光は光導波層 2 内に閉じこめられて導波する。

【0003】

光導波層 2 は屈折率の異なる媒質 2 a、2 b が周期的に配列されたフォトニック結晶から成っている。例えば、Si 薄膜上に所定周期毎に空孔を形成することによって、空気から成る円柱形の媒質 2 a と、Si から成る媒質 2 b とが二次元の周期で配列されたフォトニック結晶を形成することができる。

【0004】

フォトニック結晶は屈折率分散の異方性が生じるという性質を有している。媒質 2 a、2 b の屈折率、円柱や角柱等の媒質 2 a、2 b の形状、三角格子や正方格子等の格子種類或いは配列の周期を適切に選択することにより、所望の波長や偏光方向の光に対して異なる光学的特性を得ることができる。

【0005】

これにより、同図に示すように例えば、同一方向から入射した波長 λ_1 、 λ_2 の光を異なる方向に射出することができる。逆に異なる方向から入射した波長の異なる光を同一方向に射出することもできる。また、特定の波長の光を反射させることも可能である。このような性質を利用することで、光信号の分波器や合波器、或いはフィルターとして用いることができる。

【0006】

光機能素子 1 は図 7 に示すような製造工程により製造される。まず、図 7 (a) に示すようなクラッド層 3 (図 6 参照) となる基板 1 1 上に、図 7 (b) に示すように Si 等の媒質 1 2 が成膜される。次に、図 7 (c) に示すように媒質 1 2 上にレジスト 1 3 が塗布され、図 7 (d) に示すように所定の周期的な形状にレジスト 1 3 がパターニングされる。

【0007】

次に、図 7 (e) に示すようにエッチング等により媒質 1 2 を貫通して周期的な形状の凹部 1 2 a が形成され、図 7 (f) に示すようにレジスト 1 3 を除去することにより、凹部 1 2 a 内の空気と媒質 1 2 とが二次元の周期で配列されたフォトニック結晶を形成することができる。

【0008】

更に、図 7 (g) に示すように凹部 1 2 a 内に媒質 1 4 を充填することにより媒質 1 2 と媒質 1 4 とが二次元の周期で配列され、異なる光学特性を有するフォ

トニック結晶が得られる。そして、前述の図6に示すクラッド層3が基板11から成り、媒質2a、2bが媒質12、14から成る光機能素子1を得ることができる。

【0009】

また、陽極酸化法等により形成される周期的な多孔質部材により光導波層2を形成し、クラッド層13と接着または融着して光機能素子1を製造することも可能である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の従来の光機能素子1によると、光導波層2はクラッド層3上に積層や接着等を行うことにより一体化されるため、工程が多く工数がかかっておりコストが増大する問題がある。また、光導波層2とクラッド層3とが剥離しやすく、歩留りが低い問題もあった。

【0011】

本発明は、工数削減及び歩留り向上によりコスト削減を図ることができる光機能素子を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために請求項1に記載された発明の光機能素子は、第1の媒質から成るクラッド層と、前記クラッド層上に形成されるとともに第1の媒質と第2の媒質とを周期的に配置した光導波層とを備えたことを特徴としている。この構成によると、周期的に配置される第1、第2の媒質から成るフォトニック結晶により光導波層が形成され、クラッド層は光導波層の一方の媒質と共通の第1の媒質により一体に形成される。

【0013】

また請求項2に記載された発明は、請求項1に記載された光機能素子において、第2の媒質の屈折率よりも第1の媒質の屈折率を小さくしたことを特徴としている。この構成によると、第1の媒質と第2の媒質から成る光導波層の平均の屈折率が第1の媒質から成るクラッド層の屈折率よりも大きくなる。これにより、

光導波層に入射する光が光導波層内に閉じこめられて導波する。

【0014】

また請求項3に記載された発明の光機能素子の製造方法は、請求項1または請求項2に記載された光機能素子及びその製造方法において、第1の媒質上に第1の媒質の厚みよりも浅い凹部を周期的な形状に形成する凹部形成工程と、前記凹部に第2の媒質を充填する充填工程とを備えたことを特徴としている。

【0015】

この構成によると、第1の媒質の厚み方向の途中までの深さでエッチング、機械加工、或いは陽極酸化法等によって周期的な形状に凹部が形成される。凹部は周期的に配列される孔形状を凹欠することや、周期的に配列される柱形状の周囲を凹欠することにより形成される。その後凹部に第2の媒質が充填されて、第1、第2の媒質から成るフォトニック結晶により光導波層が形成される。そして、凹部の下方は第1の媒質から成るクラッド層となる。

【0016】

また請求項4に記載された発明は、請求項3に記載された光機能素子の製造方法において、第2の媒質の屈折率よりも第1の媒質の屈折率を小さくしたことを特徴としている。この構成によると、第1の媒質と第2の媒質から成る光導波層の平均の屈折率が第1の媒質から成るクラッド層の屈折率よりも大きくなる。これにより、光導波層に入射する光が光導波層内に閉じこめられて導波する。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態を図面を参照して説明する。説明の便宜上、従来例の図6、図7と同一の部分については同一の符号を付している。図1、図2は第1実施形態の光機能素子を示す概略斜視図及び側面断面図である。光機能素子1は、媒質4（第1の媒質）の表面に多数の孔形状の凹部4aが周期的に形成され、凹部4aに媒質5（第2の媒質）が充填されている。

【0018】

凹部4aは媒質4の厚み t よりも浅く形成され、凹部4aの下方は媒質4による単一の材料から成るクラッド層3を形成している。媒質4の屈折率は、媒質5

の屈折率よりも小さくなっており、光導波層 2 は異なる屈折率の媒質 4、5 が周期的に配列されたフォトニック結晶が形成されている。

【0019】

媒質 4、5 から成る光導波層 2 の平均の屈折率は媒質 4 の屈折率よりも大きくなるため、光導波層 2 は屈折率の小さいクラッド層 3 と上面に接する空気層とにより挟まれる。これにより、光導波層 2 に入射した光は光導波層 2 内に閉じこめられて導波させることができる。

【0020】

このような光機能素子 1 は図 3 に示すような製造工程により製造される。まず、図 3 (a) に示すような媒質 4 上に、レジスト塗布工程において図 3 (b) に示すように、レジスト 13 が塗布される。媒質 4 は、所望の屈折率を有する基板を用いてもよく、基板上に媒質 4 から成る薄膜を成膜して形成してもよい。

【0021】

次に、図 3 (c) に示すようにパターニング工程において、所定の周期的な形状にレジスト 13 がパターニングされる。次に、図 3 (d) に示すようにエッチング工程において、エッチングにより媒質 4 に周期的な形状の凹部 4a が形成される。

【0022】

そして、図 3 (e) に示すようにレジスト除去工程において、レジスト 13 が除去され、図 3 (f) に示すように充填工程において、凹部 4a に媒質 5 をスパッタリング等により充填する。この時、媒質 4 の表面に成膜される媒質 5 から成る薄膜はエッチング等により除去する。以上の製造工程により、媒質 4 と媒質 5 とが二次元の周期で配列されたフォトニック結晶を有する光機能素子 1 (図 1 参照) が得られる。

【0023】

本実施形態によると、異なる媒質 4、5 から成る光導波層 2 の一方の媒質 4 によりクラッド層 3 を形成しているので、光導波層 2 の為に成膜する工程が必要なく、工数を削減することができる。また、クラッド層 3 と光導波層 2 の一方の媒質とは一体であるため、クラッド層 3 と光導波層 2 との剥離が生じず、歩留まり

を向上させることができる。従って、光機能素子 1 のコストを削減することができる。

【0024】

次に、図 4 は第 2 実施形態の光機能素子 1 を示す斜視図である。光機能素子 1 は、媒質 4（第 1 の媒質）の表面に多数の柱状部 4 b が周期的に形成され、柱状部 4 b の周囲の凹部 4 c に媒質 5（第 2 の媒質）が充填されている。

【0025】

第 1 実施形態と同様に、凹部 4 c は媒質 4 の厚み t よりも浅く形成され、凹部 4 c の下方は媒質 4 による単一の材料から成るクラッド層 3 を形成している。媒質 4 の屈折率は、媒質 5 の屈折率よりも小さくなっており、光導波層 2 は異なる屈折率の媒質 4、5 が周期的に配列されたフォトニック結晶が形成されている。

【0026】

光導波層 2 の平均の屈折率は媒質 4 の屈折率よりも大きくなるため、光導波層 2 は屈折率の小さいクラッド層 3 と上面に接する空気層とにより挟まれる。これにより、光導波層 2 に入射した光は光導波層 2 内に閉じこめられて導波させることができる。

【0027】

本実施形態の光機能素子 1 も第 1 実施形態と同様に図 3 に示すような製造工程により製造することができる。これにより、工数削減及び歩留り向上を図ることができる。光機能素子 1 のコストを削減することができる。

【0028】

尚、第 1、第 2 実施形態の光機能素子 1 の製造工程において、前述の図 3（b）～（e）のレジスト塗布工程からレジスト除去工程は、凹部 4 a、4 c を形成する凹部形成工程を構成している。凹部形成工程は、電子ビームによるビーム加工によっても行うことができる。凹部 4 a のような孔形状の場合は、陽極酸化法や陽極化成法等により多孔質アルミナ等の多孔質部材を形成することにより行ってもよい。

【0029】

また、遠赤外線のように波長の長い光に対して所定の光学特性を得る場合には

、媒質4、5の周期を大きくする必要がある。このような際に、凹部4cのような柱形状の周囲を凹欠する場合には、ダイヤモンドカッター等による機械加工によって加工してもよい。

【0030】

次に図5は第3実施形態の光機能素子を示す側面断面図である。本実施形態は前述の図1、図2に示す第1実施形態の光機能素子の上面に媒質6を成膜し、光導波層2を媒質4から成るクラッド層3と媒質6から成るクラッド層7により挟まれている。

【0031】

これにより、光導波層3とクラッド層7との屈折率の差を光導波層3の上面を空気層とするよりも小さくすることができ、光導波層3を導波する光の散乱による損失を低減することができる。そして、第1、第2実施形態と同様に、工数削減及び歩留り向上を図ることができ、光機能素子1のコストを削減することができる。尚、媒質4、6は同一の材料を用いてもよい。

【0032】

以上に説明した周期構造の周期は、光導波層を伝搬する所望の光の波長に応じて決定される。一例として、波長780nmのレーザ光を伝搬させる場合において、二つの媒質の屈折率が1.5と2.5で且つ二つの媒質の面積比が1:1とすると、光導波層の平均屈折率は2となる。バンドギャップや波長分散等のフォトリソニック結晶らしい特性が生じるのは、周期が媒質の中の波長(390nm)の半分の整数倍(1~3倍程度)の付近なので、周期を195nmや390nm近傍に設定すればよい。

【0033】

特に加工のしやすさを考慮すると、周期を390nmとするのが望ましい。また、通信波長帯で多用される1500nmの伝搬光に対しては、375nm或いは750nmの周期に設定すればよい。尚、上記各実施形態は2次元の光導波路構造であるが、3次元構造にしてもよい。

【0034】

【発明の効果】

本発明によると、異なる媒質から成る光導波層の一方の媒質によりクラッド槽を形成しているので、光導波層の為に成膜する工程が必要なく、工数を削減することができる。また、クラッド層と光導波層の一方の媒質とは一体であるため、クラッド層と光導波層との剥離が生じず、歩留まりを向上させることができる。従って、光機能素子のコストを削減することができる。

【 0 0 3 5 】

また本発明によると、光導波層の平均の屈折率はクラッド層の屈折率よりも大きくなるため、光導波層は屈折率の小さいクラッド層と上面に接する空気層または他のクラッド層とにより挟まれる。これにより、光導波層に入射した光を簡単に閉じこめて導波させることができる。

【図面の簡単な説明】

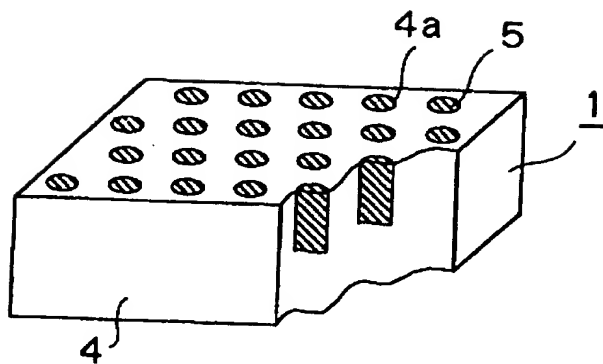
- 【図 1】 本発明の第 1 実施形態の光機能素子を示す斜視図である。
- 【図 2】 本発明の第 1 実施形態の光機能素子を示す側面断面図である。
- 【図 3】 本発明の第 1 実施形態の光機能素子の製造工程を示す図である。
- 【図 4】 本発明の第 2 実施形態の光機能素子を示す斜視図である。
- 【図 5】 本発明の第 3 実施形態の光機能素子を示す側面断面図である。
- 【図 6】 従来の光機能素子を示す斜視図である。
- 【図 7】 従来の光機能素子の製造工程を示す図である。

【符号の説明】

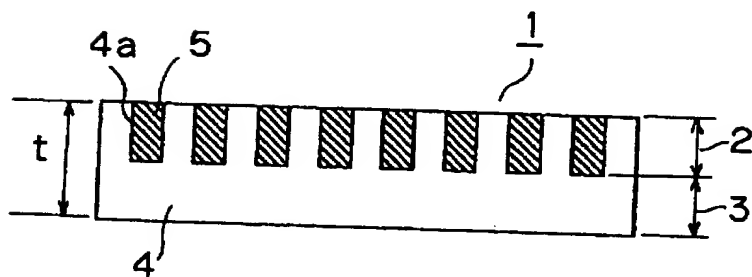
- 1 光機能素子
- 2 光導波層
- 3、7 クラッド層
- 4、5、6 媒質
- 4 a、4 c 凹部

【書類名】 図面

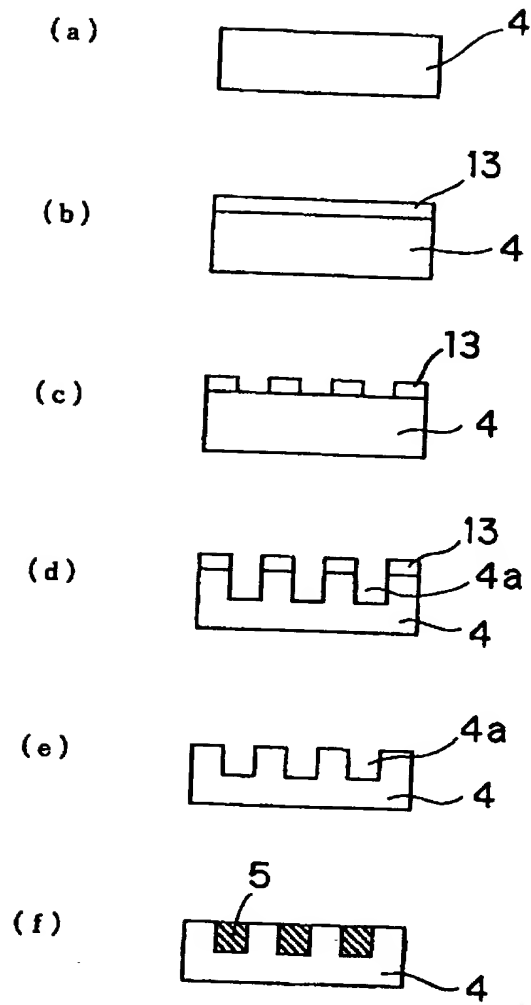
【図1】



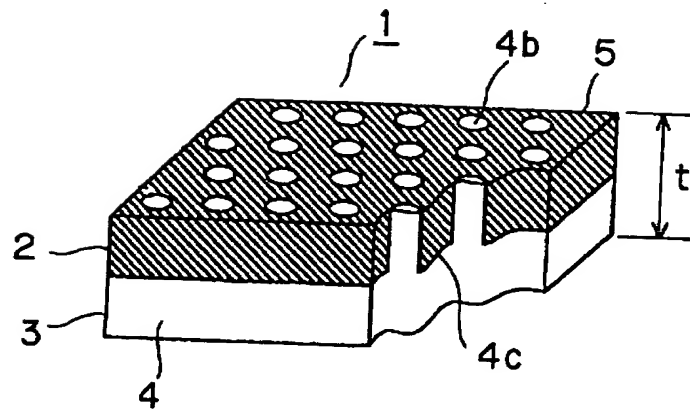
【図2】



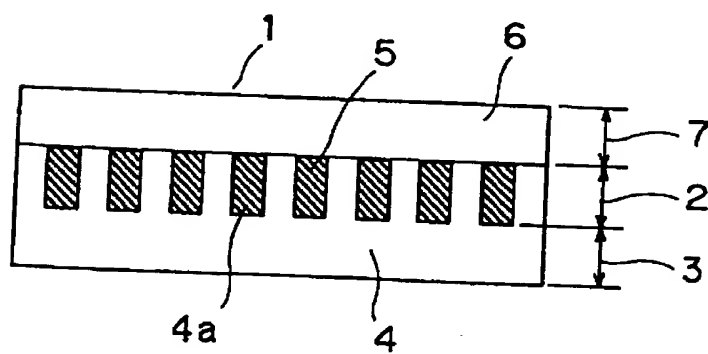
【図 3】



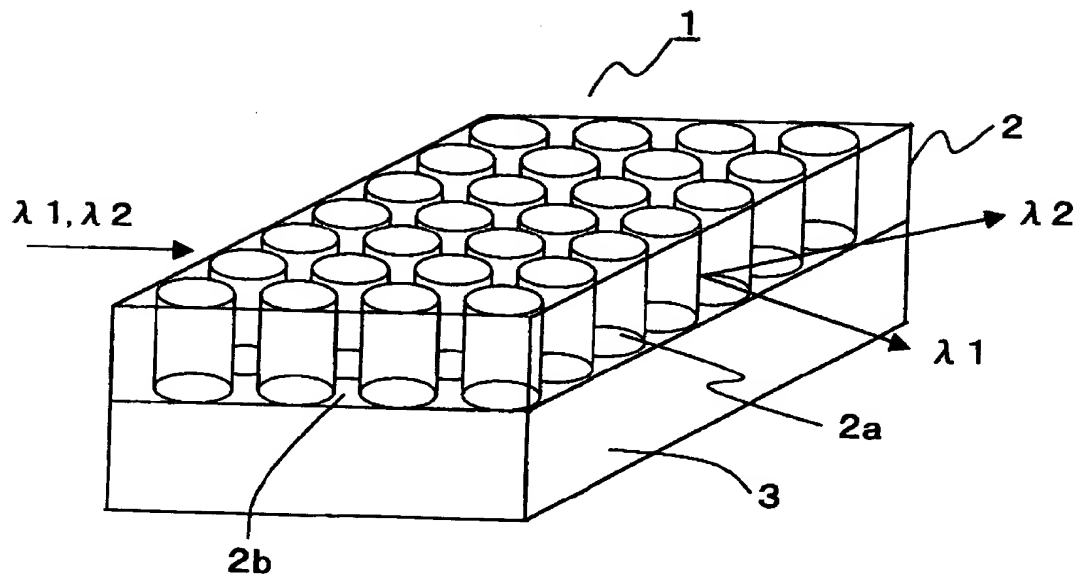
【図4】



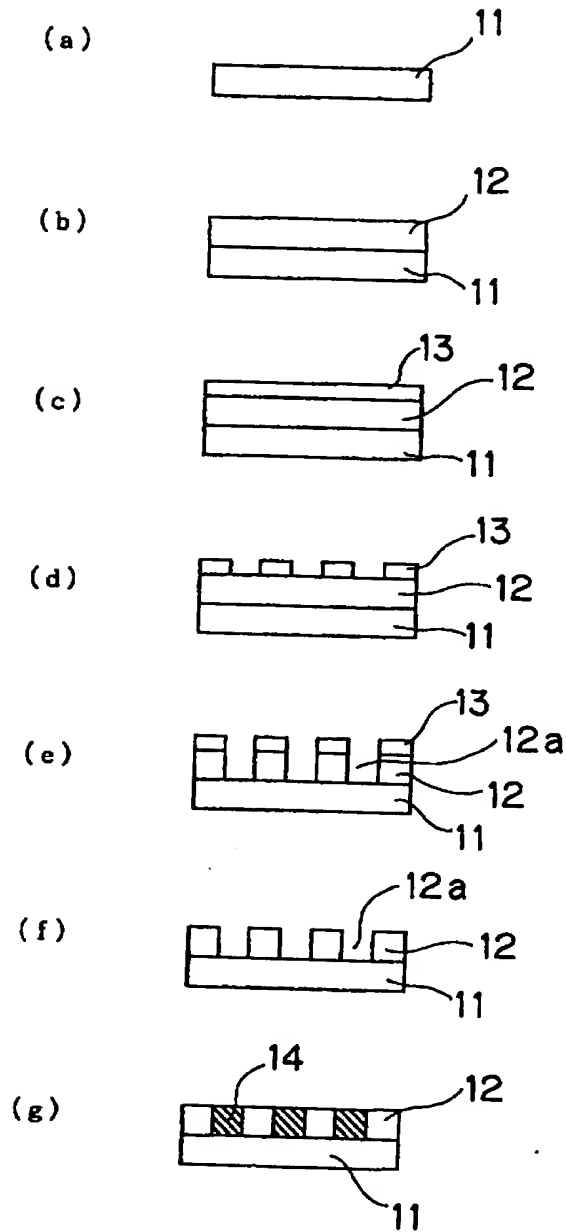
【図 5】



【図6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 工数削減及び歩留り向上によりコスト削減を図ることができる光機能素子を提供する。

【解決手段】 第1の媒質4から成るクラッド層3と、クラッド層3上に形成される光導波層2とを備え、光導波層2は第1の媒質4に形成される凹部4aに充填される第2の媒質5と、第1の媒質4とを周期的に配置したフォトニック結晶から成り、第2の媒質5の屈折率よりも第1の媒質4の屈折率を小さくすることにより、光導波層2の平均の屈折率よりもクラッド層3の屈折率が小さくなるようにした。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社